

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

УДК 631.31. 551.5

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ЦЕНТРА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

*Беленков Алексей Иванович, д. с.-х. н., профессор кафедры земледелия и мод,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева» E-mail:belenokaleksis@mail.ru*

***Аннотация.** В статье приведены результаты полевых исследований по оценке эффективности точной и традиционной технологий возделывания культур зернопропашного севооборота, интенсивности обработки почвы, их влияния на урожайность и плодородие почвы в 2014-2020 гг.*

***Ключевые слова.** Полевой опыт, технология, точная, традиционная, обработка почвы, отвальная, минимальная, нулевая, урожайность культур.*

Введение. В 2007 году в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, впервые в стране, был создан Центр точного земледелия (ЦТЗ), основу которого составляет полевой опыт на территории Полевой опытной станции по изучению сравнительной эффективности технологии точной и традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Цель полевого опыта - оценить влияние общепринятой традиционной технологии возделывания полевых культур и технологии точного земледелия на урожайность опытных культур и почвенное плодородие. Обе технологии основаны на использовании современной сельскохозяйственной техники отечественного и импортного производства, а также спутникового программного обеспечения международной системы GPS, позволяющего рационально проводить агротехнические приемы, такие как посев, внесение удобрений, применение пестицидов, уборку урожая и прочее [1].

Объекты и методы исследований. В четырехпольном зернопропашном севообороте: викоовсяная смесь на корм – озимая пшеница с пожнивным посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень изучаются две технологий возделывания с.-х. культур (традиционная и точная), три варианта обработки почвы (отвальная, минимальная и нулевая). Первый вариант содержал обработку оборотным плугом на 20 – 22 см под все культуры, второй - комбинированным агрегатом Pegasus на 12-14 см под картофель и ячмень. Вариант «нулевой» обработки (прямой посев) применялся только под озимую пшеницу и вику с овсом на корм. В опыте применялись минеральные удобрения и средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней [2].

Результаты и их обсуждение. Составным элементом точного земледелия является посев (посадка) с.-х. культур с использованием автопилота. Его работа основана на применении системы GPS, составными частями которой являются антенна, фиксирующая прием сигналов от спутников на данной местности и бортовые компьютеры, управляющими работой машин и агрегатов в системе точного земледелия. В наших исследованиях посев озимой пшеницы и ячменя в случае традиционной технологии проводился по маркеру, в случае точной - по автопилоту. Посев зерновых культур на отвальном фоне осуществлялся сеялкой точного высева Д-9-30 с применением навигационного оборудования и маркера. По варианту нулевой обработки почвы (прямой посев) посев проводился пневматической сеялкой прямого посева ДМС-3 с использованием автопилота. При посеве ячменя и озимой пшеницы средние отклонения величины стыковых междурядий по маркеру на традиционном варианте составляли 3,2 и 4,7 см соответственно, при использовании автопилота их значения не выходили за пределы 1,4 и 1,8 см, что обеспечивало размер стыковых междурядий меньших размеров, предусмотренных для данной операции величины, которая должна не выходить за рамки $\pm 2,5$ см. В среднем, при посеве по автопилоту вики с овсом по вспашке междурядье было равно $+0,3$ см. Посев викоовсяной смеси и озимой пшеницы на делянках точного земледелия по нулевой обработке при стандартном агротребовании к величине стыковых междурядий на кормовой культуре отклонения составили $+0,2$ см, на зерновой $+0,4$ см, что на много меньше $\pm 2,5$ см. На рисунке 1 показан внешний вид посевов ячменя разными способами - по маркеру и автопилоту.



Рис. 1. Вид посевов ячменя, осуществленного по маркеру (слева) и по автопилоту (справа)

Посадка картофеля проводилась картофелесажалкой GL-34Т со стандартным междурядьем 75 см по автопилоту и маркеру. Заданная траектория движения агрегата, с использованием системы GPS, повторялась в ходе проведения гребнеобразования по всходам картофеля на варианте точного земледелия. По традиционной технологии возделывания картофеля этот прием проводится при визуальном управлении агрегатом механизатором

[4]. Отклонение ширины междурядий между проходами картофелесажалки при использовании маркера разнилось по отдельным годам незначительно, составляя по традиционной технологии интервал в среднем от -10 до +15 см. Применение системы GPS при выполнении технологии точного земледелия обеспечивало отклонение в прямолинейности смежных рядков от 1,5 до 3,5 см. Проведение гребнеобразования в посадках картофеля по традиционной технологии, обеспечивало формирование растений картофеля с отклонениями от центра от 5 до 15 см. При реализации технологии точного земледелия растения располагались практически по центру рядка с допустимым отклонением порядка 1,5-3,5 см (рис. 2).



Рис. 2. Посадка картофеля и гребнеобразование по автопилоту

Важным представляется элемент системы точного земледелия – внесение удобрений и гербицидов в зависимости от состояния культурных растений, наличия и обилия сорняков на отдельных участках поля с применением специальных приборов, корректирующих количество вносимых удобрений и препаратов [3]. Неоднородность почвенных свойств может существенным образом сказаться на развитии посевов озимой пшеницы. Данная ситуация проявляется в недружном появлении всходов, неполноценной перезимовке и, как следствие, формировании неоднородного посева культуры. Именно тогда эффективно применять такой элемент точного земледелия, как дифференцированное внесение азотных подкормок. В полевом опыте Центра точного земледелия проведение корневых подкормок озимой пшеницы аммиачной селитрой проводилось дважды: после схода снега (при возобновлении вегетации ранней весной) и в фазу колошения. Первая подкормка обеспечивает нормальное формирование продуктивной биомассы, вторая подкормка предназначена для получения зерна высокого качества. Обе подкормки проводились с учетом развития биомассы посевов с использованием оптического датчика N-sensorALS_{Yara}. По разным технологиям возделывания подкормки имеют разную эффективность, однако, в любом случае применение удобрений окупается прибавкой урожая. Рентабельность азотных подкормок озимой пшеницы на примере отвальной обработки приведена в таблице 1.

Технология точного земледелия, дифференцированно воздействуя на конкретные участки поля, позволяет экономить ресурсы и снизить

антропогенную нагрузку на агрофитоценоз. Поэтому важно так же проследить совершенствование системы гербицидов не только в отношении сроков и кратности их применения.

Таблица 1. Рентабельность применения азотных подкормок озимой пшеницы в опыте ЦТЗ

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Получено зерна на 1 кг внесенного азота	Рентабельность применения азотных удобрений, %
Контроль	5,0	-	-
Традиционное земледелие, вспашка, азот 70 кг/га,	5,4	5,7	46
Точное земледелие, вспашка азот 53 кг/га	5,5	9,4	76

Наличие сорняков на полях в системе точного земледелия позволяет использовать гербициды дифференцированно, используя оптическую систему GreenSeeker RT 200, состоящую из нескольких оптических датчиков, равномерно расположенных вдоль штанги опрыскивателя. За счет наличия у каждого датчика своего источника света, данная система может использоваться как в дневное, так и в ночное время суток. Таким образом, можно вносить препарат дифференцированно на основании показаний оптических датчиков, которые измеряют индекс вегетации биомассы NDVI и сравнивают полученное значение с заданным алгоритмом. После этого и в режиме online определяется норма расхода препарата на конкретном участке поля.

В опыте два повторения, внутри каждого варианта несколько учетов урожая культур, потому есть возможность провести статистическую обработку. В данном случае не приводятся различия в урожайности культур по технологиям, поскольку во все годы исследований эти различия были незначительными, т.е. в пределах ошибки (табл. 2).

За восьмилетний период исследований урожайность возделываемых культур различалась в зависимости от обработки почвы достаточно рельефно и неоднозначно. Викоовсяная смесь на зеленый корм в начальный период и в отдельные промежуточные годы формировала урожай зеленой массы выше по нулевой обработке (2013, 2014, 2016 гг.). Однако, в силу "провальных" лет, когда продуктивность вики с овсом на прямом посеве значительно уступала вспашке, прежде всего из-за повышенной засоренности посевов, средняя урожайность культуры на 3,9 т/га больше оказалась по отвальной обработке.

Озимая пшеница, по большинству лет, более высокий или равный урожай формировала по вспашке оборотным плугом в сравнении с нулевой обработкой. В отдельные годы отмечалось преимущество прямого посева (2014, 2016 гг.). Особенно это сказалось в 2014 г., когда урожайность на отвальной обработке существенно снизилась из-за обильных осенних осадков в предыдущем 2013 г.

Таблица 2. Урожайность культур в полевом опыте ЦТЗ, т/га

Обработка почвы	Урожайность по годам, т/га								Среднее за 2 ротации
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Викоовсяная смесь на зеленый корм									
Отвальная	22,1	24,5	31,2	25,3	22,8	13,8	7,6	22,6	21,2
Нулевая	24,3	25,3	28,9	27,5	6,0	11,5	3,8	11,0	17,3
НСР ₀₅ , т/га	2,0	0,83	3,07	3,10	4,35	2,20	2,8	6,9	-
Озимая пшеница									
Отвальная	6,12	2,75	6,74	5,00	5,46	5,46	3,59	6,73	5,23
Нулевая	5,87	4,59	6,73	5,52	5,13	4,83	2,55	5,96	5,15
НСР ₀₅ , т/га	0,19	1,42	0,11	0,39	0,29	0,47	0,50	0,52	-
Картофель									
Отвальная	28,6	25,1	31,4	31,0	25,8	27,4	33,5	28,0	28,9
Минимальная	25,9	24,6	26,2	26,7	22,5	25,2	27,5	24,8	25,4
НСР ₀₅ , т/га	0,16	0,90	1,08	2,11	2,28	1,79	2,12	2,12	-
Ячмень									
Отвальная	5,16	3,85	5,52	4,03	4,29	3,70	2,62	2,86	4,00
Минимальная	5,00	4,01	5,22	3,99	4,04	3,79	2,76	2,48	3,91
НСР ₀₅ , т/га	0,13	0,15	0,28	0,19	0,16	0,11	0,14	0,25	-

Произошел выпад растений, их количество по вспашке уменьшилось более, чем в 2 раза против прямого посева, вследствие чего и урожайность культуры уменьшилась с разницей в 1,7 раз. Средняя разница в урожайности озимой пшеницы между вариантами составила 0,08 т/га. Картофель за период обеспечивал урожайность в пользу отвальной обработки 3,5 т/га. Преимущество данной обработки доказано практически по всем годам исследований. Нашими исследованиями подтверждено положение, что отвальная обработка формирует более гомогенный, глубоко окультуренный пахотный слой, благотворно влияющий на рост и развитие клубней картофеля. Различия в урожайности ячменя по вариантам опыта выглядели неоднозначно. Лидерство отвальной обработки зафиксировано, но, в большинстве случаев оно статистически не доказано. В 2014 г. минимальная обработка превосходила над вспашкой на величину большую, чем НСР. В среднем за годы исследований отвальная обработка опережала минимальную по урожайности ячменя на 0,09 т/га.

Заключение. Технологии возделывания по влиянию на урожайность культур мало отличались, при этом, точная характеризовалась наибольшей экономичностью и качеством зерна. Делать вывод о преимуществе того или иного варианта обработки из-за приводимых различий по годам не всегда правомерно и объективно.

Библиографический список

1. Точное сельское хозяйство (precision agriculture) / Под ред. Д. Шпаара, А.В. Захаренко, В.П. Якушева.- СПб-Пушкин, 2009. - 400 с.
2. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: Учебное пособие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В.

Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –148 с.

3. Беленков А.И., Полин В.Д., Железова С.В. Результаты полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Нивы России -№5 (160), июнь. - 2018. - С. 42-57.

RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD EXPERIENCE OF THE CENTER OF PRECISION AGRICULTURE

Belenkov Aleksey Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences n., Professor of the Department of Agriculture and Fashion, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev E-mail: belenokaleksis@mail.ru

***Annotation.** The article presents the results of field studies to assess the effectiveness of accurate and traditional technologies for cultivating crops of grain-row crop rotation, the intensity of soil cultivation, their impact on productivity and soil fertility in 2014-2020.*

***Keywords.** Field experience, technology, precise, traditional, tillage, moldboard, minimum, zero, crop yield.*